

# 试验七：验证动量守恒定律

## HIYANTOUSHI S 实验透视

1. 试验原理：在一维碰撞中，测出物体的质量  $m$  和碰撞前后物体的速度  $v$ 、 $v'$ ，算出碰撞前的动量  $p = m_1 v_1 + m_2 v_2$  及碰撞后的动量  $p' = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ，即可验证碰撞前后动量是否守恒。

## 2. 试验方案

试验需测量物体质量和速度，质量可用天平直接测量，测速度的方案有：

(1)利用平抛运动测速度．利用平抛运动下落高度相同步，水平速度与水平距离成正比．此方案所用器材：斜槽，大小相等、质量不同的小钢球两个，重锤线一条，白纸，复写纸，天平，刻度尺，圆规，三角板．

(2)利用光电门测速度，利用配套的光电计时装置测出两滑块多种情况下碰撞前后的速度．此方案所用器材：气垫导轨、光电计时器、天平、滑块(两个)、重物、弹簧片、细绳、弹性碰撞架、胶布、撞针、橡皮泥．

### 3. 利用平抛运动测速度的试验原理

(1)质量分别为 $m_1$ 和 $m_2$ 的两小球发生正碰，若碰前 $m_1$ 运动， $m_2$ 静止，根据动量守恒定律应有

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'.$$

(2)各小球在同一高度做平抛运动，运动时间相等，则动量守恒时有

$$m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot O'N.$$

(见图 S7-1)

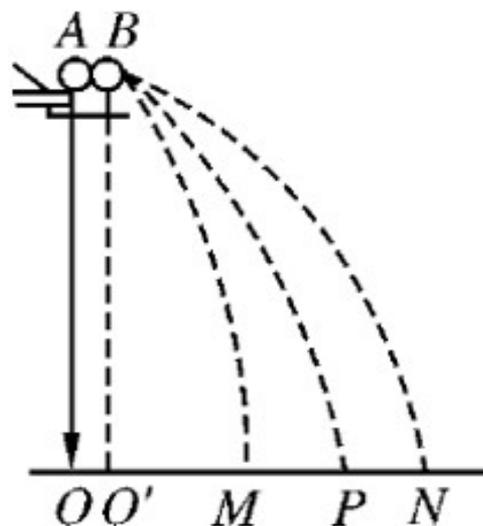


图 S7-1

#### 4. 利用平抛运动测速度的试验环节

(1)先用天平测出小钢球质量  $m_1$ 、 $m_2$ .

(2)按要求安装好试验装置，将斜槽固定在桌边，使槽的末端点切线水平，把被碰小球放在斜槽前边的小支柱上，调整实验装置使两小球碰撞时处于同一水平高度，确保碰撞后的速度方向水平.

(3)在地上铺一张白纸，白纸上铺放复写纸.

(4)在白纸上记下重锤线所指的位置  $O$ ，它表达入射小球 $m_1$ 碰前的球心竖直投影的位置.

(5)先不放被碰小球，让入射小球从斜槽上同一高度处滚下，反复 10 次，用圆规画尽量小的圆把所有的小球落点圈在里面，圆心就是入射小球不碰时的落地点平均位置  $P$ 。

(6)把被碰小球放在小支柱上，让入射小球从同一高度滚下，使它们发生正碰，反复 10 次，仿环节(5)求出入射小球落点的平均位置  $M$  和被碰小球落点的平均位置  $N$ 。

(7)过  $O$ 、 $N$  在纸上作一直线，取  $OO'=2r$ ， $O'$  就是被碰小球碰撞时的球心竖直投影的位置。

(8)用刻度尺量出线段  $OM$ 、 $OP$ 、 $O'N$  的长度，把两小球的质量和相应的水平位移数值代入  $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot O'N$ ，看是否成立。

(9)整顿试验器材放回原处.

## 5. 利用平抛运动测速度试验的注意事项

(1)斜槽末端必须水平.

(2)入射小球每次都必须从斜槽上同一高度滚下.

(3)白纸铺好后不能移动.

(4)入射小球的质量应不小于被碰小球的质量, 即  $m_1 > m_2$ , 且

$$r_1 = r_2 = r.$$

1. 如图 S7-2 所示为试验室中验证动量守恒的试验装置示意图.

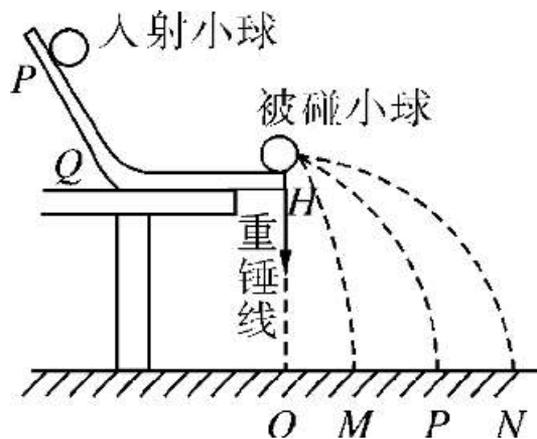


图 S7-2

(1)若入射小球质量为  $m_1$ ，半径为  $r_1$ ；被碰小球质量为  $m_2$ ，半径为  $r_2$ ，则( C )

A.  $m_1 > m_2, r_1 > r_2$

B.  $m_1 > m_2, r_1 < r_2$

C.  $m_1 > m_2, r_1 = r_2$

D.  $m_1 < m_2, r_1 = r_2$

(2) 为完毕此试验，下列所提供的测量工具中必需的是

AC (填下列相应的字母).

A. 直尺

B. 游标卡尺

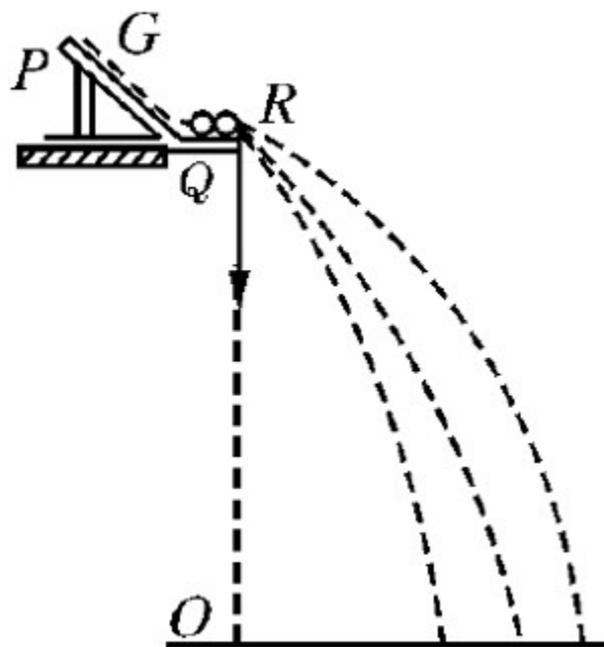
C. 天平

D. 秒表

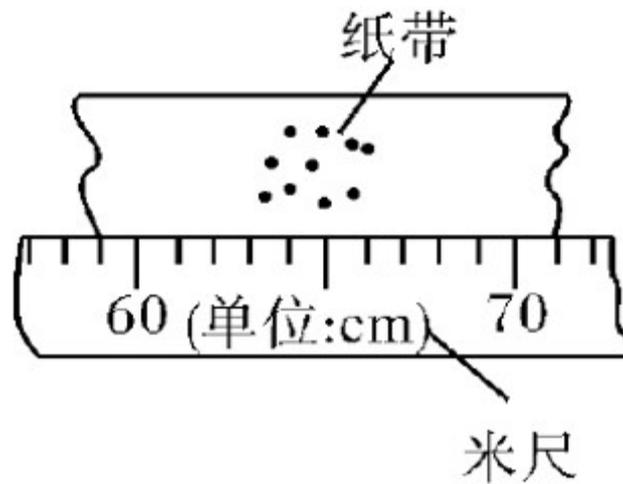
(3) 设入射小球的质量为  $m_1$ ，被碰小球的质量为  $m_2$ ， $P$  为碰前入射小球落点的平均位置，则关系式  $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$

(用  $m_1$ 、 $m_2$  及图中字母表达) 成立，即表达碰撞中动量守恒.

2. 某同学用图 S7—3 甲中所示装置经过半径相同的  $A$ 、 $B$  两球的碰撞来验证动量守恒定律. 图中  $PQ$  是斜槽,  $QR$  为水平槽. 试验时先使  $A$  球从斜槽上某一固定位置  $G$  由静止开始滚下, 落到位于水平地面的统计纸上, 留下痕迹. 反复上述操作 10 次, 得到 10 个落点痕迹. 再把  $B$  球放在水平槽上接近槽末端的地方, 让  $A$  球仍从位置  $G$  由静止开始滚下, 和  $B$  球碰撞后,  $A$ 、 $B$  球分别在统计纸上留下各自的落点痕迹. 反复这种操作 10 次, 实验图中  $O$  点是水平槽末端  $R$  在统计纸上的垂直投影点.  $B$  球落点痕迹如图 S7—3 乙所示, 其中米尺水平放置, 且平行于  $G$ 、 $R$ 、 $O$  所在的平面, 米尺的零点与  $O$  点对齐.



甲



乙

图 S7—3

(1)碰撞后  $B$  球的水平射程应取为\_\_\_\_\_。

(2)在下列选项中，哪些是此次试验必须进行的测量？答：

\_\_\_\_\_ (填选项号).

A.水平槽上未放  $B$  球时，测量  $A$  球落点位置到  $O$  点的距离

B. $A$  球与  $B$  球碰撞后，测量  $A$  球落点位置到  $O$  点的距离

C.测量  $A$  球或  $B$  球的直径

D.测量  $A$  球和  $B$  球的质量(或两球质量之比)

E.测量  $G$  点相对水平槽面的高度

**解析：**(1)将10个点圈在内的最小圆的圆心作为落点平均位置，可由刻度尺测得碰撞后 B 球的水平射程为64.7 cm，因最终一位数字为估计值，所以允许误差 $\pm 0.1$  cm，所以64.6 cm和64.8 cm也是正确的。

(2)从同一高度做平抛运动的物体飞行时间 $t$ 相同，所以需要测出的量有：不碰时A球的水平射程，碰后A球的水平射程，

B球碰后的水平射程， $m_A$ 、 $m_B$ 的大小或 $\frac{m_A}{m_B}$ 的值。选项是必要的。

**答案：** 64.7 ABD

## 题型 试验过程的考察和试验结论的应用

【例题】(2023年北京卷)如图 S7-4, 用“碰撞试验器”能够验证动量守恒定律, 即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系.

(1) 试验中, 直接测定小球碰撞前后的速度是不轻易的. 但是, 能够经过仅测量\_\_\_\_\_ (填选项前的符号), 间接地处理这个问题.

- A. 小球开始释放高度  $h$
- B. 小球抛出点距地面的高度  $H$
- C. 小球做平抛运动的射程

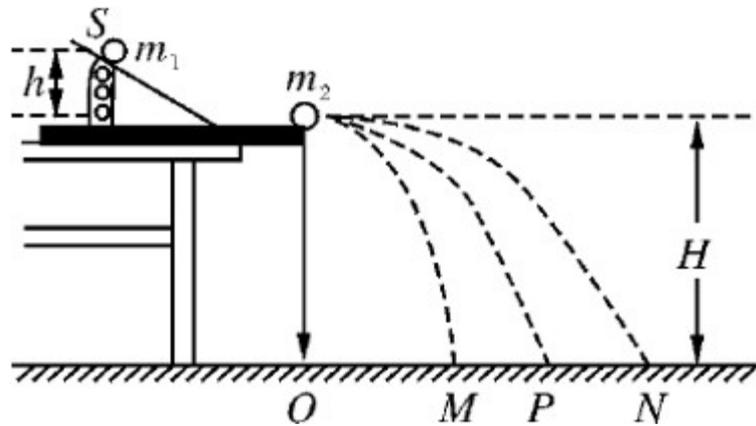


图 S7-4

(2)图 S7-4 中  $O$  点是小球抛出点在地面上的垂直投影. 实验时, 先让入射球  $m_1$  屡次从斜轨上  $S$  位置静止释放, 找到其平均落地点的位置  $P$ , 测量平抛射程  $OP$ . 然后, 把被碰小球  $m_2$  静置于轨道的水平部分, 再将入射球  $m_1$  从斜轨上  $S$  位置静止释放, 与小球  $m_2$  相碰, 并屡次反复. 接下来要完毕的必要环节是 \_\_\_\_\_ (填选项前的符号).

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/327065056145006154>